

シケインにおける自転車走行特性*

An analysis on characteristics of cycling behavior at chicanes*

亀谷友紀**, 山中英生***, 柿原健祐****

By Yuuki KAMETANI **, Hideo YAMANAKA ***, Kensuke KAKIHARA ****,

1. はじめに

自転車の利用促進や交通安全性向上のため走行空間整備の取り組みが進められている。我が国では、特に歩行者との錯綜への対処が重要視されており、それには自転車の走行空間のサービスレベルを向上させることで空間を分離し、歩行者と自転車双方の利用環境の改善を図ることが目標となっている。

自転車の走行環境を改善する上で、自転車が時速15 kmで2輪走行する乗り物であり、走行挙動に一定の制約がある点への配慮が重要と言える。特に、通行路の曲線部分が様々な場合に生じるが、この曲線をまがりにくい形状とすると、自転車の速度低下だけでなく、自転車の利用空間には見えないという情報性の低下も生じる。

本研究では、こうした問題を背景として、自転車走行時における交差点部やバス停部等に生じるシケイン形状について、現状の課題と路外実験による分析結果を示す。



写真1 交差点進入部のシケイン (徳島市)



写真2 バス停部のシケイン (高松市)



写真3 自転車道入口の問題 (東京都亀戸)



写真4 自転車道入口の問題 (名古屋市伏見)

2. 自転車走行空間におけるシケインの現状

(1) 我が国の交差点、バス低でのシケイン形状

一般に、交差点進入部やバス停などでは、写真1、2のように、自動車走行部や歩行者滞留部を避ける形でシケイン形状が用いられるのが見られる。これには、進路変更と同時に速度抑制の効果も期待されている。

(1) シケイン形状による問題点

ただし、写真3のように極端な形状をとると自転車は進入を忌避してしまい、自転車を意図通りに誘導できないといった状況が生じる。これに対して、写真4のように曲線半径は小さいものの、自転車の走行軌跡にあった形状とすることで、自転車空間としてのインフォーマティブティの確保をしている例が見られる。

*キーワード：自転車, 道路線形, 曲線半径, 速度抑制

**学生員, 工修, 徳島大学大学院先端科学教育部知的力学システム工学専攻建設創造システム工学コース

***正員 工博 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 〒770-8506 徳島市南三島町 2-1 TEL 088-656-7578 FAX 088-656-7579 yamanaka@ce.tokushima-u.ac.jp

****正員, 工修, 積水ハウス(株)



写真4 自転車走行形状に配慮したシケイン (フランス・アングレ)

3. 自転車道の線形に関する基準

(1) 日本の自転車等の設計基準

我が国の自転車道等の設計基準解説 (S49)では、都市内の自転車道の場合、曲線半径の最低長として一般の場合10m、特別の理由によりやむを得ない場合として3m以上とするとしている。中心線長は5m以上で、やむを得ない場合はこの限りでない。としている。

これは走行実験より設定したものと解説されており、速度も限度があり、危険箇所の誤認も少ない平坦部、縦断勾配が緩い場合や一方通行の上り区間は小さな半径で

も回転が可能としているが、特例値はできるだけ用いないものとする。としており、特に、下りの場合は危険で避けるべきとしている。

(2) オランダの自転車デザインマニュアル

オランダの自転車道デザインマニュアル（2007年版）においては、自転車の走行時の曲線半径の最小値は5m、これ以下では自転車速度が12km/h以下となり、前を向いて走行できなくなるとしている。設計速度が高くなるほど、最小曲線半径は大きく取る必要があり、回転半径と速度の関係が図1で示されている。これより、

① 基本ネットワークの一部を構成する接続路については、最小曲線半径は10m以上として、20km/hの設計速度を維持する。

② 自転車ルートと幹線自転車ルートでは、最小曲線半径は20m以上として、30km/hの設計速度を維持する。

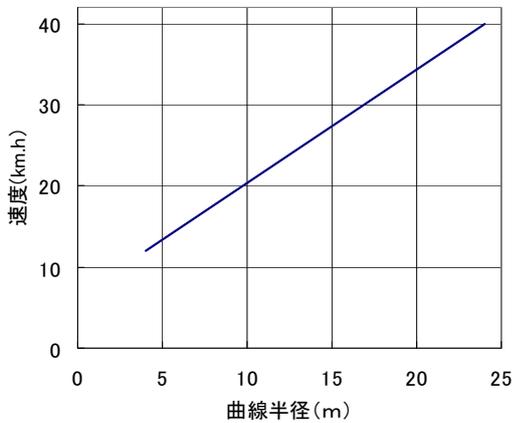


図1 曲率半径と自転車走行速度の関係
(オランダ：自転車道マニュアル)

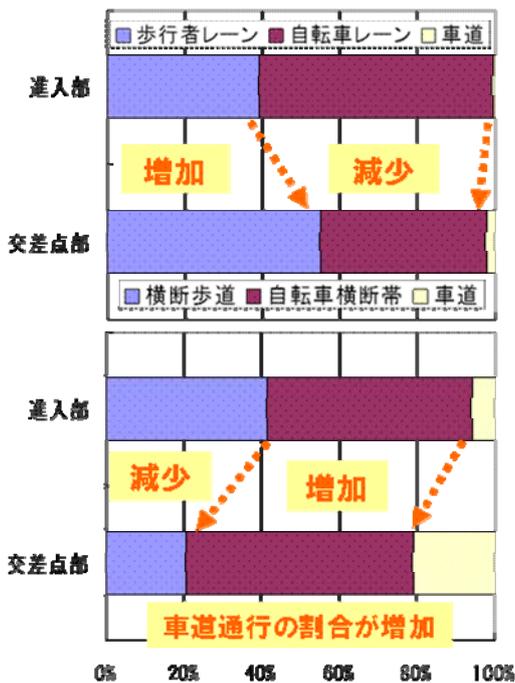


図2 直進型・ベント型交差点における自転車走行位置

4. 交差点部でのシケイン形状の走行挙動

徳島市の自転車通行位置の指定形状の異なる2箇所の交差点を対象に、自転車の挙動を観測した。

図2は直進型とシケインを導入したベント型の小交差点での自転車の走行位置を示している。直進型に比べて、交差点内で車道部を走行する割合が増加している。

また、図3は交差点手前と交差点内の速度差の分布について直進型とベント型を比較したものであるが、ベント型では交差点手前が交差点内より低い自転車（手前で減速し、交差点内で加速すると考えられる）は全体の85%であるのに対して、直進型では手前よりも交差点内の速度が高い割合が53%となっている。ベント型とすることで進入速度を低下させる効果はあると考えられる。

ただし、図4-10のベント型の自転車と自動車の軌跡図によると、右側横断歩道への出口で車道に出る軌跡が生じている。自転車の自然な軌跡に形状を合わせないと、意図した誘導ができないことを示していると言える。

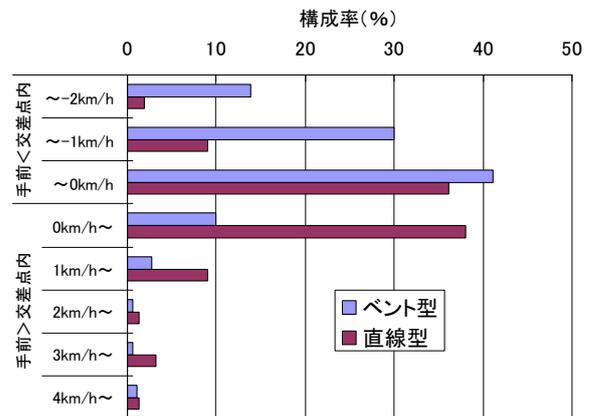


図3 直進型・ベント型交差点における走行速度の変化

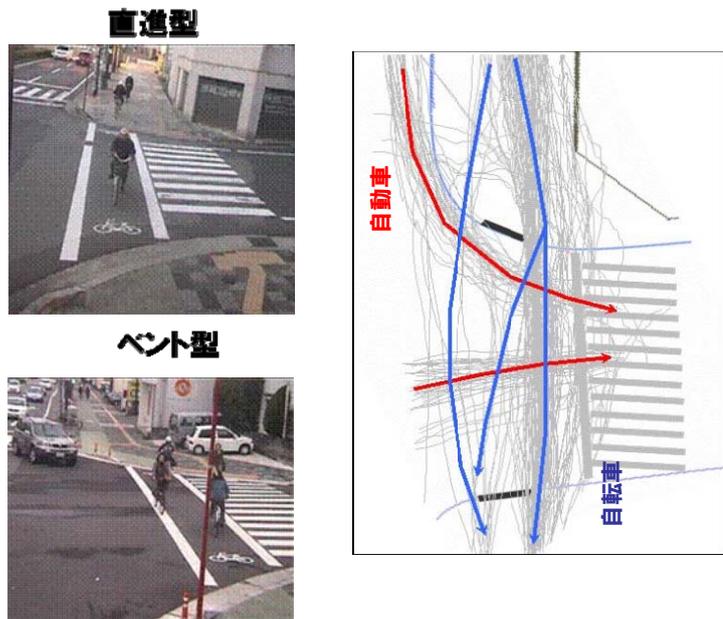


図4 ベント型交差点における自転車の走行挙動

5. シケイン形状における走行挙動実験

(1) シケイン走行実験

路外でシケイン形状を変化させた場合の走行軌跡と速度の関係を実験により分析した。

図5に示すシケインの長さ、シフト幅を変えて、7種類のシケインについて、写真6のように1m幅の入口、出口のレーンを指定して走行させた。高齢者12人、学生12人をそれぞれ3回走行させ、1, 2, 3回と順に速度をあげるように指示した。



写真6 シケインの走行実験

(2) 計測結果

図6は、シケイン走行時の軌跡を示している。これから平均速度と平均軌跡を求め、軌跡の振れ幅（標準偏差の4倍）を求め、若年者高齢者各12人の平均をとった。7パターンのシケインでの速度、速度標準偏差、曲率半径（ $1/r$ の最大値：図7）、軌跡幅を計測した。

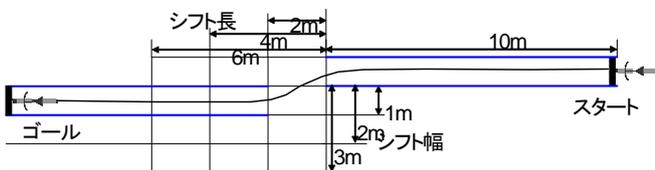
(3) 高齢者と若年者の差

若年者と高齢者の平均速度、 $1/r$ 最大値、最大走行幅の差を検定した結果を表1に示す。若年者と高齢者のシケイン形状走行時の平均速度と最大走行幅には有意に高い傾向が見られる。 $1/r$ 最小値には有意差は見られなかったものの、高齢者の方が若年者より大きい傾向があり、若年者と比べて滑らかに曲がっていないことがわかる。

(4) シケイン角度による速度抑制効果

図8・9にシケイン角度の速度、軌跡幅と関係を示す。この結果はシケイン長4m（図9の45度の値のみ2m）の場合について示している。

若年者はシケインの角度が大きくなっても速度はほとんど変わらない。高齢者は、シケインの角度が大きくなると速度が低下する傾向がある。高齢者は若年者に比べて3回目の走行速度と1回目の走行速度の差が小さく、若者ほどシケイン形状を通常より高速で走行することができないことがわかる。



パターン	シフト長 (m)	シフト幅 (m)	シケインの角度 (度)
1	2.0	1.0	26.6
2	2.0	2.0	45.0
3	4.0	1.0	14.0
4	4.0	2.0	26.6
5	4.0	3.0	36.9
6	6.0	2.0	18.4
7	6.0	3.0	26.6

図5 シケイン形状と実験パターン

軌跡・軌跡幅 若年者

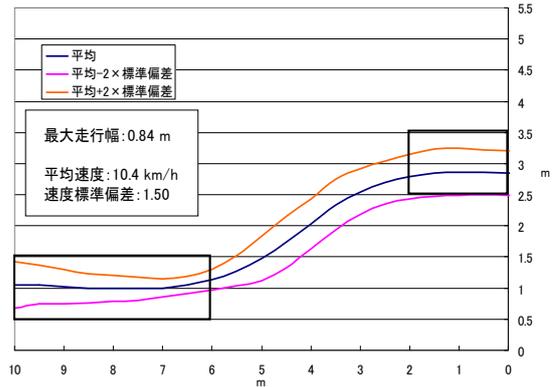
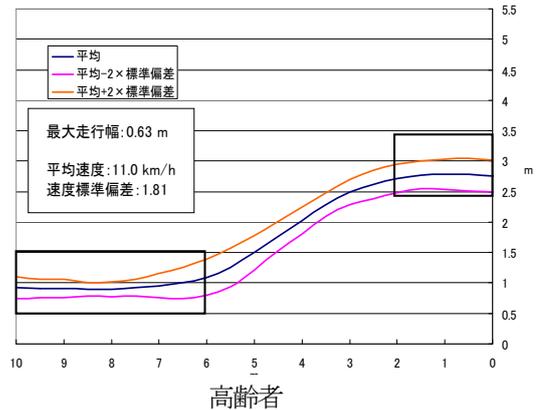


図6 シケイン走行時の軌跡・軌跡幅の変化

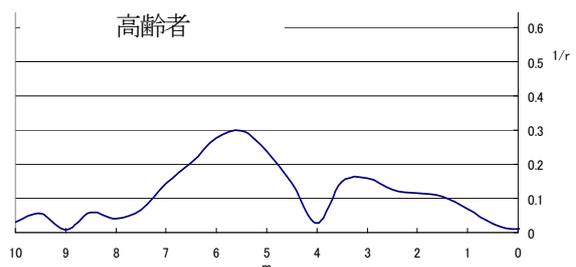
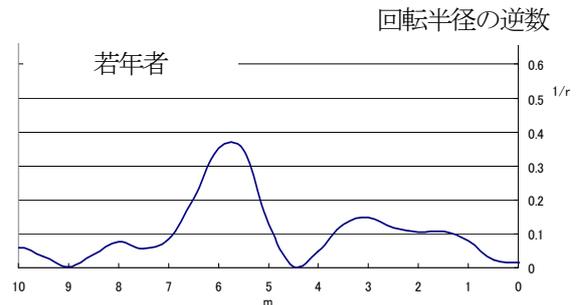


図7 シケイン走行時の曲率半径 ($1/r$) の変化

表2 速度・回転半径・走行幅の差異検定

走行特性	年齢層	各グループの特性値		母平均の差の検定	
		サンプル数	平均	t値	有意確率(両側)
平均速度	若年者	21	13.41	3.25	0.0024
	高齢者	21	11.56		
1/r 最小値	若年者	21	0.35	-0.85	0.4005
	高齢者	21	0.42		
最大走行幅(m)	若年者	21	0.82	-3.18	0.0028
	高齢者	21	1.15		

軌跡幅については、若年者。高齢者ともシケイン角度が大きくなるにつれて広がっている、特に高齢者の広がりが顕著で、 $\pm 2\sigma$ が1.0mの幅に収まる(95%が1m幅になる)のは26.6度までの場合で、それ以上になると1m幅には95%が収まらなくなっている。

(6) シケイン長による速度抑制効果

図10, 11にシケイン角度を26度に固定してシケイン長を2m, 4m, 6mに変化させた時の速度と軌跡幅の関係を示す。

若年者はシケイン長が変わっても速度はほとんど変わらず、速度の影響は受けないと言える。高齢者は、シケイン長が短くなれば速度が低下する傾向がある。

一方、軌跡幅については、シケイン長が長くなるほど(同一角度なので、シフト長も長くなる)、若年者・高齢者とも広がる傾向があり、高齢者のほうが広がる度合いは大きい。これはシフト長が大きくなることで、走行位置の選択自由度が高くなっているためと考えられる。

(7) シケインによる速度抑制効果のまとめ

高齢者はシケイン形状走行時に、若年者と比べて走行幅が広く、若年者のように速い速度で滑らかに走行することができない。シケイン型の視覚分離による誘導では、シケインの角度、シケイン長によって高齢者は、速度をさせる傾向があるが、若年者では大きな速度抑制効果は期待できない。

今後、誘導障害物のあるシケイン形状についての抑制効果を実験する必要がある、この場合誘導障害物として柵、縁石、ポールなどが考えられ、その違いによる効果の把握も必要と考えられる。社会実験での成果との総合的な検討も必要と考えられる。

参考文献 1) 斎藤, 井上, 細谷, 清田: 自転車歩行車道の段差と勾配が高齢者の自転車操作に及ぼす影響, 人間工学 Vol.41, 2005 2) CROW: Design manual for bicycle traffic, 2007.8

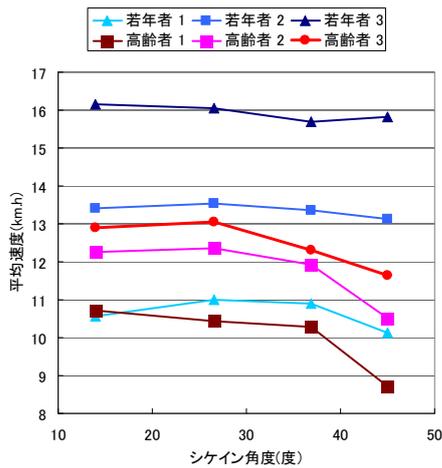


図8 シケイン角度と速度の関係

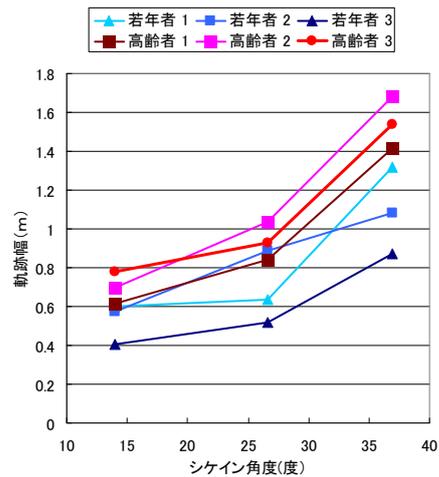


図9 シケイン角度と軌跡幅の関係

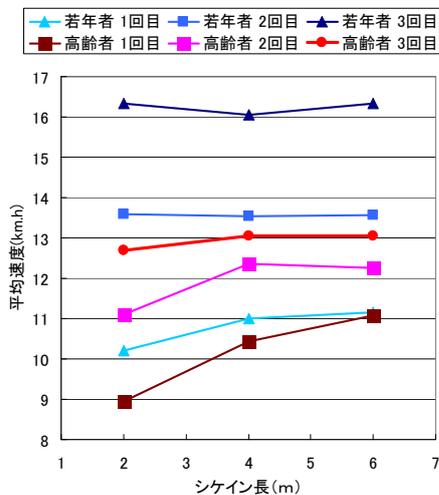


図10 シケイン長と速度の関係

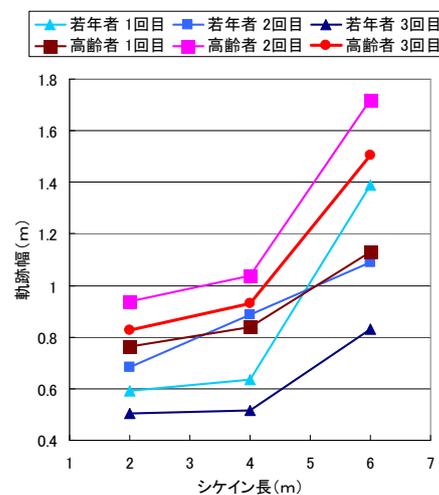


図11 シケイン長と軌跡幅の関係